



日本中央競馬会
特別振興資金助成事業

熱帯地域サイレージ 調製・利用の手引き

2005年3月

(社)畜産技術協会

ま え が き

開発途上国の内熱帯地域に位置する国では、牛の飼養管理上共通して存在する問題として、乾季の飼料不足があり、これに起因する栄養の劣悪化、体重の減少、発育停滞、繁殖障害等が恒常的に生じており、年間を通じた効率的かつ安定的な牛の生産を確保するためには、これらの問題解決が急務となっております。

この問題に対応できる解決策の一つとして、比較的安価な乾季の保存飼料としての「サイレージ」の生産・調製・利用があげられます。

しかしながら、全般的にみて、開発途上各国においては、サイレージの生産・調製・利用に関する技術開発はもとより、サイレージそのものの普及が余り進展していないのが現状と思われる。

このような状況を踏まえ、社団法人 畜産技術協会におきましては、我が国の畜産分野における海外技術協力の効率的、効果的な実施を支援する観点から、JICAやNGOの派遣専門家、また、開発途上国のカウンターパート、技術者等の執務参考に供するため、熱帯地域におけるサイレージの生産・調整・利用に関する技術参考資料（パンフレット）を作成することとし、日本中央競馬会、財団法人 全国競馬・畜産振興会からのご支援を頂き、別紙執筆者各位のご協力の下に「熱帯地域におけるサイレージの生産・調製・利用の手引き」として取り纏めました。

本パンフレット作成に協力下さった執筆者各位に感謝の意を表しますとともに、このパンフレットが海外技術協力現場において多くの方々に広く活用されることを期待しております。

平成17年3月

社団法人 畜産技術協会
会 長 山 下 喜 弘

執筆者名簿

氏名	所属
千葉精一	元(独)家畜改良センター 岩手牧場 飼料課長
千葉壽夫	全国農業協同組合連合会 畜産生産部 技術主幹
八木満壽雄	(社)畜産技術協会 参与

熱帯地域サイレージ調整・利用の手引

目 次

1	熱帯地域における乾季の飼料不足と貯蔵飼料の重要性	1
2	サイレージの原理	3
3	サイレージ調製用の主要な原料類	4
4	サイロの種類（10頭程度の小規模経営向け）	5
5	サイロの大きさ	8
6	サイロの設置場所と設置方法	10
7	サイレージの調製技術	10
8	サイレージの給与法及び注意点	14
9	サイレージ品質の見分け方	15
10	二次発酵の防止	16
11	サイロ作業の事故防止	16
12	熱帯地域等でのサイレージ調製利用の事例	17
13	先進的なサイレージ調製利用の事例	23
付録	稲わら等の尿素処理	25

1 熱帯地域における乾季の飼料不足と貯蔵飼料の重要性

(1) 熱帯地域の飼料資源

熱帯地域における家畜（牛等）の飼料資源としては、野草、飼料木、農場副産物（食料利用以外の茎葉、わら類、子実穀類、糠類等）、食品残渣（キャッサバ粕、豆腐粕、ビール粕、糖蜜等）等が主体であり、牧草等飼料作物は酪農等の一部先進地に限られている。これらの地域で生産され、安価で、容易に調達できる飼料資源を有効活用していくことが重要である。

牧草等飼料作物には土地利用、生産コスト、酪農経営等の飼料ニーズ等を考慮して取り組み、また、農場副産物や食品加工残渣等利用には、その生産状況（時期、形態、水分含有率、数量等）、利用の可否、価格、輸送等の調達手段を検討し、飼料作物や野草等のサイレージ調製時に添加して、サイレージ（TMR：コンプリートフィード）原料の水分調整、発酵促進、飼料栄養価値の向上を図っていく必要がある。

(2) 飼料資源の季節生産性と乾季の飼料不足

東南アジア等熱帯地域の多くは、雨季と乾季（タイ、ベトナム等大陸地域では10月頃から4月頃まで、インドネシア等海洋諸島地域では6月頃から9月頃まで）の気象条件となっている。

雨季には、高温、多雨の気象条件から野草、牧草等草類の生育が旺盛なため、飼料が十分に確保され、青刈、放牧等により家畜に給与できる場合が多い。

しかし、乾季には乾燥状態が続くため、草類の生育が止まったり、枯死し、十分な飼料の確保・給与ができない状況にある。このため、家畜が栄養不良となり、乳量や体重の減少（図-1・表-1参照）、疾病や繁殖障害が発生するなど、家畜生産面の著しい低下により、畜産所得が伸び悩み、飼養頭数増加の制限要因となっている。

一部先進地の酪農等では、熱帯地域に適した牧草類が導入・選定され、普及しつつあるので、それらの知見や実証データ等を基に作付けを拡大し、良質粗飼料を周年確保していくことが重要である。

図1 北オーストラリアの放牧牛体重の季節的变化 (Norman, 1966)

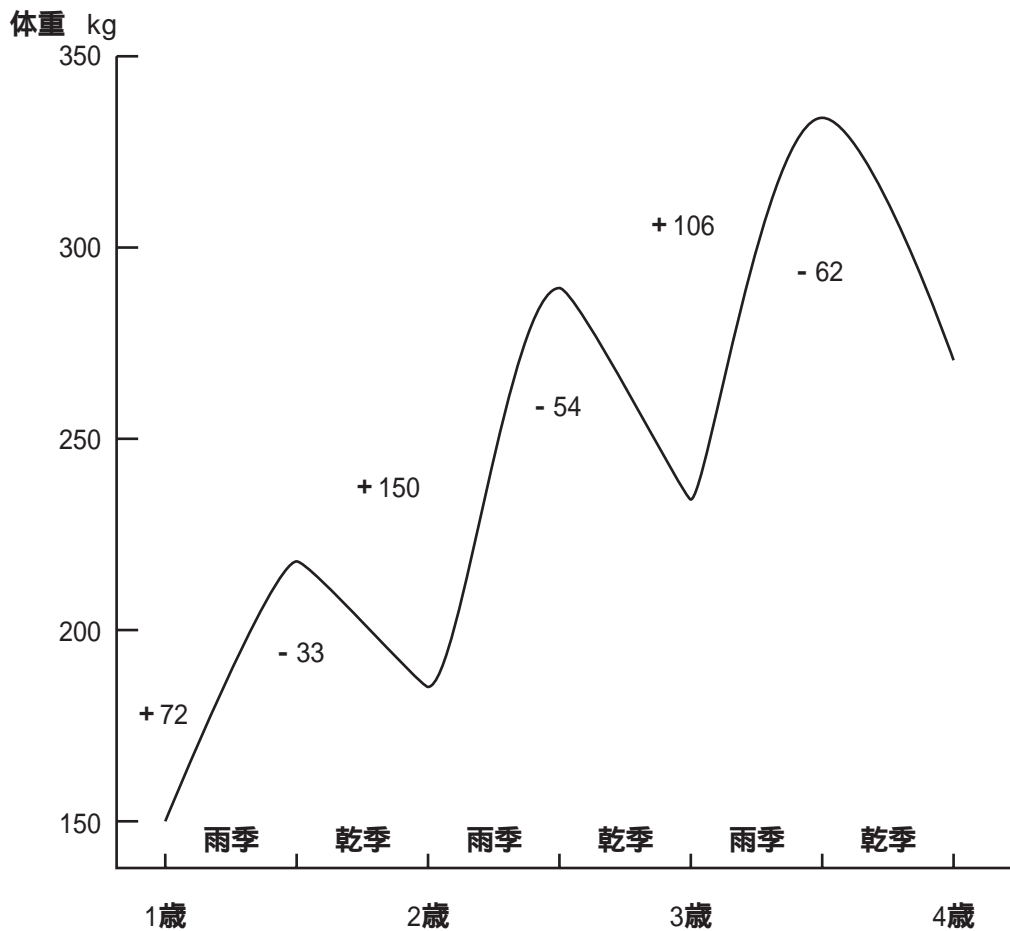


表1 野草地牛肉生産性に及ぼすマメ科草導入、施肥の効果

野草地	野草地 + マメ科草	野草地 + マメ科草 + 過リン酸石灰	文 献
29	93	148	Shawand't Mannelje (1970)
30	56	76	Graham and Mayer (1972)
63	73	120	Winks (1973)
	279	474	Stobbs (1969)

(注) 生体重増加量 (kg / ha / 年)

(3) 乾季向けサイレージの調製・貯蔵

乾季の飼料不足対策としては、雨季（高温・多雨）において生育の旺盛な草類を乾草やサイレージ等として調製・貯蔵し、乾季に利用していくことが一般的であるが、気象条件、コスト等から乾草調製することは困難である。

雨季の気象条件下における草類の調製貯蔵方法としては、サイレージ調製技術が最も確

実で、かつ、低コストである。

既に、タイ、インドネシア等の先進地域では普及しつつあり、その技術が応用できる。

サイレージ調製にあたっては、原料草類の適期の刈取りと細切、水分調整、十分な踏圧、早期完全密封、重石、糖蜜、糖・粕類の添加（刈り遅れ、サイレージ調製条件が悪い場合）、サイロの管理徹底（鳥害・鼠害等対策）、サイロ単位の短時間調製作業など、サイレージ調製の基本原則（マニュアル）を遵守するとともに、地域で容易に調達、あるいは作成できる簡易で安価なサイロを導入・利用していくことが重要である。

また、熱帯地域における草類の多くは、サイレージ調製（乳酸発酵）に欠かせない糖類の含有率が低いなどの栄養特性を十分に理解・把握し、他のサイレージ原料（農場副産物、食品残渣等）と混合（TMR）していくなど、地域の飼料資源を最大限活用していくことが大切である。

（4）多様な飼料資源の確保対策と普及

水田地帯では、稲わらが大量に生産されるが、その多くが気象条件（高温・多雨により稲わらの乾燥化が困難）、二期、三期作の作付時期、酷暑下の収穫作業、労力や貯蔵施設の不足等から飼料資源として利用されていない実態にある。

これらの稲わらの収集・調製貯蔵法としては、簡易で低コストな「尿素処理技術」があり、生わら（刈り取り時の水含有率）のまま調製貯蔵でき、消化率、嗜好性、栄養価値が高まることから、稲わらの飼料的利用拡大が期待できる。

また、雨季から乾季に移行する時期は、農作物の収穫期と重なる場合が多く、その副産物も多く生産されるので、自然乾燥して貯蔵飼料として利用することができる。更に、草類ではそのままほ場で立毛貯蔵して利用（放牧・刈取）したり、刈り取って乾燥させ、貯蔵飼料として利用することもできる。

草類のサイレージ調製・利用の普及にあっては、乾季における飼料不足に伴う種々のデメリット、貯蔵飼料の確保による家畜への給与メリットを提示し、調製技術のマニュアル（手引き）の作成・配布と併せて、実証展示していくことが必要である。

2 サイレージの原理

サイレージは飼料貯蔵を目的として、サイレージ原料を細切し、適当な容器（サイロ）に詰め込んで気密状態に保ち、主として乳酸発酵させた多汁質粗飼料であり、その原理は漬け物と同じである。

サイレージ調製における発酵原理は、次のとおりである。

（1）第1期

詰め込まれた細断直後の材料は呼吸しており酸素が消費される。

詰め込み後4日程度まで32 程度に上昇する。

（2）第2期

第1期の呼吸作用の時に酢酸菌発酵による酢酸の生成が始まる。

pH6.0前後から徐々に4.0前後に変化していく。

(3) 第3期

詰め込み後3日目頃から乳酸発酵による乳酸生成が始まる。
酢酸菌による酢酸発酵が弱まり酢酸生成が弱まる。

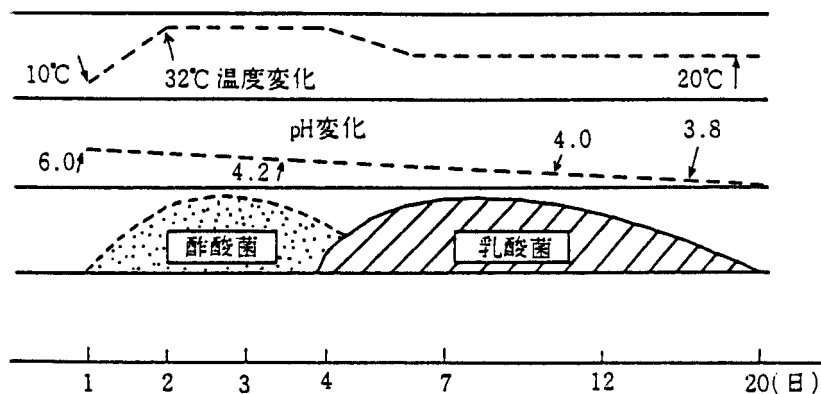
(4) 第4期

乳酸生成は2週間程度続く。
温度は徐々に低下し常温近くになる。
pH4程度に低下し雑菌の活動が停止する。

(5) 第5期

第4期まで順調に経過すれば低pH状態で安定期に入り、高品質サイレージが生産される。
約20日で乳酸発酵も終了し、サイレージとしての製品ができ上がる。
もし乳酸生成が不十分な場合は、酪酸発酵が始り変敗が起こる。
図2にサイレージの発酵過程を示す。

図2 サイレージの発酵過程図



(注) 飼料作物のすべて(デーリイマン社)より

3 サイレージ調製用の主要な原料類

- (1) イネ科牧草 エレファントグラス(ネピアグラス)、ギニアグラス、ローズグラス、スーダングラス、セタリヤ、ルジグラス、アトラータム、キンググラス等
- (2) マメ科牧草 デスマンタス、スタイロ等
- (3) トウモロコシ 飼料用トウモロコシ
- (4) ソルガム 飼料用ソルガム
- (5) 飼料木 ギンネム等
- (6) わら類 稲わら、麦わら、大豆殻、落花生殻等
- (7) 農産副産物 食用トウモロコシ茎葉、食用ソルガム茎葉、パイナップル茎葉、ケーントップ、コメヌカ、フスマ等、キャッサバ粕、トウフ粕、ビール粕、ジュース粕、糖蜜等

4 サイロの種類（10頭程度の小規模経営向け）

(1) スタックサイロ

最も簡易なサイロで簡単に作れる。

地面上にプラスチックシート（厚0.1mm程度）を敷き、さらに全体を同じくプラスチックシートで覆う。

また、踏圧、密封を完全に行う必要がある。

飼養頭数に応じ大きさを自由に設定できる。

鼠害や鳥害によるプラスチックシートの破損に注意する。

図3 スタックサイロ



（出典）全農GRASS

(2) バンカーサイロ

図4は半地下バンカーサイロだが

一般には直接地面上に設置するが（図4）、地形（傾斜）を利用した設置法や半地下型もある。

木材及びコンクリートの側壁が必要であり、内面もプラスチックシートを張り密封することが望ましい。また、踏圧、密封を完全に行う必要がある。

側壁が外へ倒れないように支えが必要である。

間口は、二次発酵を防止するため、1日当りの全体給与量から20～30cm程度の厚さで取り出せる幅にする。

図4 バンカーサイロ



(3) トレンチサイロ

素堀のままでも可能であるがロス防止の観点から内面にもプラスチックシートを張れば確実である。

また、踏圧、密封を完全に行う必要がある。

内面をコンクリート張りにすると永年使用できる(図5)。

間口は、二次発酵を防止するため、1日当りの全体給与量から20~30cm程度の厚さで取り出せる幅にする。

図5 トレンチサイロ



(4) プラスチックバックサイロ

図6はプラスチックバックサイロだが

厚さ0.1mm程度のプラスチック袋であり、その中に原料を詰め込む。

市販のプラスチック袋があればそれを利用する。

プラスチック製の肥料空袋、飼料空袋も利用でき低コストにつながる。原料を細切し、できるだけ圧密に詰め、内部の空気を排除し、密封を完全に行う必要がある。

飼養頭数規模に応じて個数が自由に決められる。

鼠・鳥・犬害による袋の破損に注意する。

図6 プラスチックバックサイロ



(5) フェンスサイロ（枠サイロ）

竹、木材、鉄材等の地域で容易に調達できる材料で枠を作る。

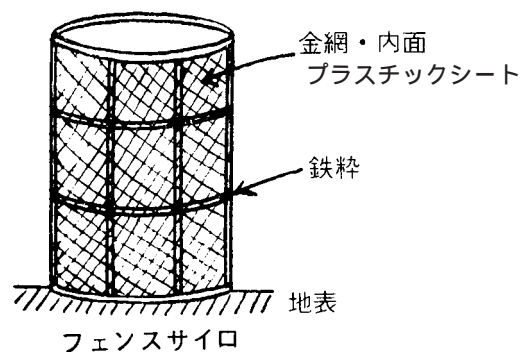
形は円形でも角形でも良い。

プラスチックシートを内面に張り、できるだけ圧密の原料を詰め、内部の空気を排除し密封を完全に行う必要がある。

あまり大きく作れないので経営規模により数を決める。

手軽に作れるので便利である。

図7 フェンスサイロ（枠サイロ）



(出典) サイロの種類と特質 (高野信雄氏)

5 サイロの大きさ

サイロの大きさは、飼養頭数・給与日量・給与日数・原料の詰込密度によって決まる。

乳牛10頭飼養の場合での算出例は、次のとおりである。

乳牛10頭（飼養頭数）× 20kg（日量）× 180日（給与日数） = 36トン（表2参照）

サイロの容積は36,000kg ÷ 700kg / m³（表5参照） = 51.4m³

容器の詰め込みロス10%を加味して51.4m³ ÷（1 - 0.1） = 57.1m³

貯蔵中のロス20%を加味したサイロ容積は57.1m³ ÷（1 - 0.2） = 71.4m³

採用するサイロの型式は表3、表4を参照する。

表2 飼養頭数に対するサイレージの必要量

（単位：トン）

給与 区分 飼養 頭数	180日間給与			300日間給与			365日間給与		
	日量			日量			日量		
	20kg	30kg	40kg	20kg	30kg	40kg	20kg	30kg	40kg
1頭	3.6	5.4	7.2	6.0	9.0	12.0	7.3	11.0	14.6
2	7.2	10.8	14.4	12.0	18.0	24.0	14.6	21.9	29.2
3	10.8	16.2	21.6	18.0	27.0	36.0	21.9	32.9	43.8
4	14.4	21.6	28.8	24.0	36.0	48.0	29.2	43.8	58.4
5	18.0	27.0	36.0	30.0	45.0	60.0	36.5	54.8	73.0
6	21.6	32.4	43.2	36.0	54.0	72.0	43.8	66.0	87.6
7	25.2	37.8	50.4	42.0	63.0	84.0	51.1	77.0	102.2
8	28.8	43.2	57.6	48.0	72.0	96.0	58.4	88.0	116.8
9	32.4	48.6	64.8	54.0	81.0	108.0	65.7	99.0	131.4
10	36.0	54.0	72.0	60.0	90.0	120.0	73.0	110.0	146.0

表3 角形サイロの容積早見表（スタック・トレンチ・バンカー）

（単位：m³）

長(m) 幅×高(m)	m								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2×1	8	10	12	14	16				
3×1	12	15	18	21	24	27			
4×1	16	20	24	28	32	36	40		
5×1	20	25	30	35	40	45	50	55	
2×2	16	20	24	28	32	36	40	44	48
3×2	24	30	36	42	48	54	60	66	72
4×2	32	40	48	56	64	72	80	88	96
5×2	40	50	60	70	80	90	100	110	120
3×3	36	45	54	63	72	81	90	99	108
4×3	48	60	72	84	96	108	120	132	144
5×3	60	75	90	105	120	135	150	165	180
6×2	72	90	108	126	144	162	180	198	216

表4 円形サイロの容積早見表

（単位：m³）

高(m) 直径(m)	m						
	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
1.0	2.36	2.75	3.14	3.53	3.93	4.32	4.71
1.5	5.29	6.17	7.06	7.94	8.82	9.70	10.58
2.0	9.42	10.99	12.56	14.13	15.70	17.27	18.84
2.5	14.72	17.16	19.62	22.07	24.52	26.97	29.42
3.0	21.20	24.73	28.26	31.79	35.33	38.88	42.39
3.5	28.85	33.66	38.47	43.26	48.07	52.88	57.68
4.0	37.68	43.96	50.24	56.52	62.80	69.08	75.36
4.5	47.69	55.64	63.59	71.53	79.48	87.42	95.36
5.0	58.88	68.69	78.50	88.31	98.13	107.94	117.75

（出典）コンサルタント・ハンドブック（全国農業構造改善協会）

6 サイロの設置場所と設置方法

(1) 設置場所

排水が良好で雨水が溜まらない所（特に半地下サイロ、トレンチサイロで注意する）。
熱帯では直射日光が当たるとサイレージの変敗が多くなるのでできるだけ直射日光の当たらない所。

スタックサイロを設置する場合、排水の良好な場所が無い場合は前もって盛土をして準備しておく。

家畜の飼養場所（飼槽）の近く、給与時の運搬作業の容易な所。

サイロと原料の生産ほ場等までの運搬距離は短距離の方が作業能率が良い。

(2) 設置方法

熱帯では直射日光、豪雨を避ける目的で椰子やバナナの葉を利用した簡易な屋根の設置事例がある。あるいは密封したプラスチックシート上面全体を土で覆い直射日光を避けるとサイロ内の温度上昇を抑える効果がある。

トレンチサイロはコンクリート壁があれば理想であるが無い場合はプラスチックシートを張りめぐらして対応する。

スタックサイロ、バンカーサイロ、トレンチサイロ等の床面は入口に向け3~5%の傾斜を付け、排汁を流れ易くする。

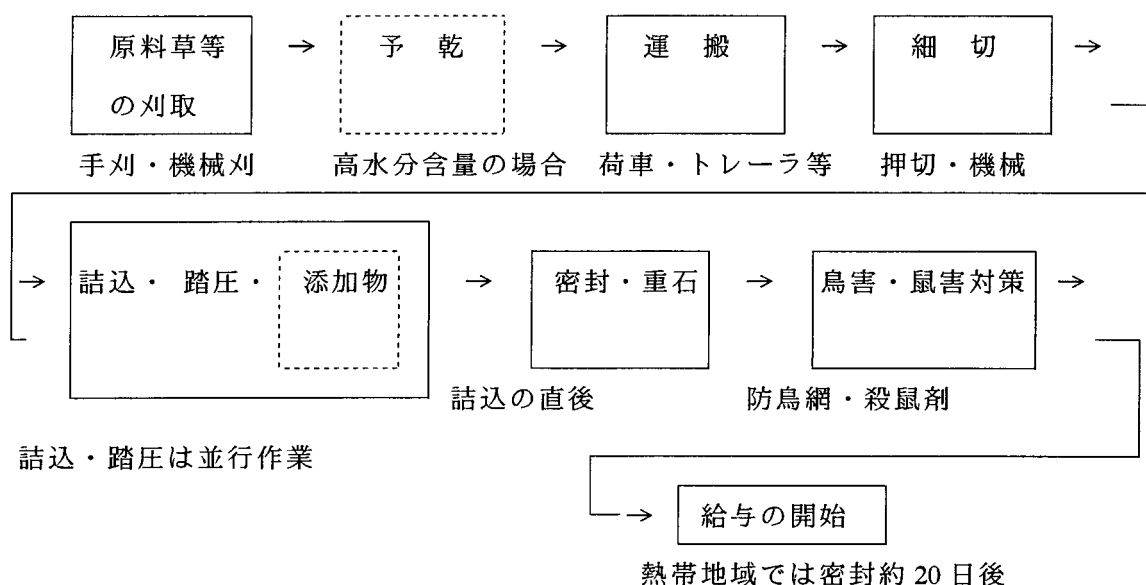
鼠の多い場所には殺鼠剤を周囲にまいて置く。

7 サイレージの調製技術

(1) サイレージの調製手順

サイレージの調製手順は、次のとおりである。

一つのサイロ（スタック、バンカー、トレンチ等）への詰め込み作業は短期間（1~2日）で終了できることが望ましいので、サイロの大きさや、作業機、作業体制（労力）等を検討する。



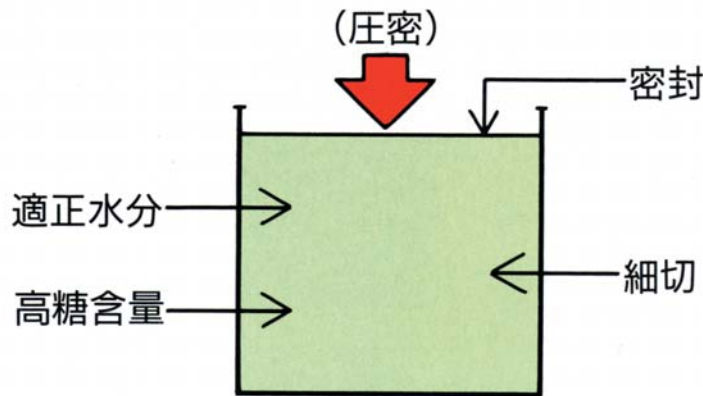
原料草の刈取・運搬

- ア 原料草の刈り取り作業は、鎌、ブッシュカッタ等を使った手刈りやハンドモア等地域で普及、確保できる機械を使用する。
- イ 牧草の大面積の刈り取り作業ではモア、ハーベスタ等の導入、利用が効率的であるが、経済性、アフターサービス等を考慮する必要がある。
- ウ 運搬作業には人力（籠を使った天秤棒）、荷車、ワゴン車等地域で普及、確保できる手段を活用する。

サイレージ調製上の留意点は、次のとおりである。

- ア 原料の適期収穫
- イ 原料の細切、踏圧、早期密封、重石
- ウ 原料の水分調整
- エ 添加物（原料草が不良で、調製条件の悪い場合に適用）

図8 サイレージ調製のポイント



(出典) ザ・フォレージQ&A (全農資料)

(2) 原料草等の適期収穫と原料の混合

イネ科牧草（野草を含む）

出穂始めから出穂期：この時期が栄養単収が最も多く高品質サイレージが得られる。

刈り遅れはサイレージ品質（嗜好性）や再生力の低下を招き易い。

マメ科牧草（野草を含む）

着蕾期から開花始め：この時期が栄養単収が最も多く高品質サイレージが得られる。

イネ科牧草と混合した方が発酵が良く、調製し易い。

トウモロコシ

黄熟期：・子実の水分含有率が40～45%になった時期

・子実のミルクラインが中心部を過ぎた時期

・茎葉、子実を含む全体の含有水分率が65～73%程度の時期



(出典) 全農たね 1995春播種子

【黄熟期の判定】

黄熟期の判断にはミルクラインを活用する。

ミルクラインとは、雌穂を手で折り、上部を見ると、子実の黄色い部分と白い部分の線が明瞭に見られ、このミルクラインが子実の中心部を過ぎた時が刈取適期である。

ソルガム

糊熟期：・子実が糊状の堅さになった時期

・乾物収量が最大となり、茎葉を含めた水分含有率が65～70%の時期



茎葉等副産物・粕類

ア 茎葉、(生草)、生粕類は、そのままの状態では腐敗し易いので、他の原料(草類)と混合してサイレージ化する。

イ 乾燥状態で保存性が高い場合には貯蔵しておき、高水分原料の水分調製材として活用する。

ウ 熱帯地域の草類は乳酸発酵に欠かせない糖含量の低い場合が多い。

このため地域で容易に、かつ安価に調達できる粕類（特に糖含量の高いもの）を添加してサイレージの品質向上を図る。

(3) 原料の含有水分率

原料の水分含有率は、熱帯地域の場合、二次発酵を防止する観点から65～75%程度のやや高目の水分含有率で調製する方が失敗が少ない（60～70%が乳酸発酵の最適水分含有率）。

原料が高水分含有率（80%以上）の場合は、発酵不良と排汁ロスが生じるので低水分含量の粕類、わら類等を混合して水分調整する。

最適な水分含量の目安としては、細切した原料を手で強く握った時に水が滲み出る状態である。

(4) 原料の細切

原料は詰め込み密度を高め、乳酸発酵を良好にし、また、詰め込みや取り出し作業を容易にするため、1～3cm程度に細切する。

チョップ（フレール型）で直接刈取収穫する原料は20～30cmの長い物が混じるが品質には影響ない。

(5) 詰め込み・踏圧

細切した原料の詰め込みは均しながら平均に積上げていく。

踏圧は人足、トラクタ等で詰め込みと平行して行い、特に周辺部を重点的に踏圧する。

踏圧の仕上げの目安は人力の場合、靴の沈み具合がほぼなくなってきた時、トラクタの場合はタイヤの沈み具合が少なくなった時であり、その密度は概ね表5のとおりである。

表5 サイレージ詰め込み密度

（単位：kg）

原料名	1m ³ 当たり重量
予乾牧草	600～700
高水分牧草	700～800
トウモロコシ	600～700
ソルガム	600～700

（注）コンサルタント・ハンドブック（全国農業構造改善協会）より

詰め込みはその日の内に短時間に完了するのが理想である。もし、翌日に作業がかかる場合は、作業終了時にプラスチックシートで覆い、詰め込んだ原料が直接空気に触れないようにする。

(6) 添加物

原料が新鮮で高品質（糖含量が高い）であれば添加物を特に使用しなくとも良い（低コストにつながる）。もし、刈遅れや降雨に当たるなど品質が低下した原料を使用する場合は添加物を使用し品質改善を図る。

熱帯地域では、糖蜜、糖類が通常簡単に手に入るのだからこれらを利用する。その添加の方法は、次のとおりである。

糖蜜添加

ア 糖蜜液をお湯で2倍にうすめ原料の2～3%を如露等で散布する。

イ 原料が高水分の場合、効果が得られないことがあるので水分含有率65～75%程度に予乾する。

糖類の添加

ア 原料の水分含有率が80%以上ではサイレージ原料に対して10%程度、70～80%では5%程度を手で均一に散布する。

イ 糖類の添加は高水分原料の水分調整にもなる。

ウ 発酵改善だけを考えると高価な物になるが栄養価向上の効果が得られる。

(7) 早期完全密封

プラスチックシート等による密封は、詰め込み踏圧作業が済んだら速やかに行い気密状態にする。

特に周囲を重点に密封し変敗を防止する。

透明のプラスチックシートは中の原料が見え、鳥害を受易いので色着きが良い。

(8) 密封後の重石

スタックサイロ、バンカーサイロ、トレンチサイロ等では密封したプラスチックシート等の上面全体に、20cm前後の厚さで土をかぶせる。

これは直射日光によるサイロ内の温度上昇を抑える効果もある。

重石としては古タイヤ、土砂入り肥料袋等を使用すると良い。重石は重いほど良い。

(9) 鼠、鳥、犬害の対策等

鳥害の恐れが有る場合は、防鳥網を張るか、またはテグス（釣り糸）、プラスチックテープ等を交差して張る。

鼠害の恐れが有る場合は、殺鼠剤を周囲に散布する。

また、サイロの周囲に雑草が繁茂した場合には随時刈払う。

サイレージ調製後は、プラスチックシートの破損等がないか時々見回り、破損している場合には補修し密封状態を保つ。

(10) サイレージ発酵の終了

乳酸発酵は密封後20日程度で終了しpHが4前後になり、サイレージとして品質が安定するので、このころから家畜への給与ができる。

8 サイレージの給与法及び注意点

(1) サイレージは、原料の種類や混合割合、水分含有率等によって、栄養成分が大きく異なるので、飼料分析を行って、適切に給与する。

- (2) 牧草サイレージは単一で給与してもかまわないが、乾草等粗飼料と合わせて給与する。
- (3) ホールクロップサイレージは一般に単一給与はしない。
 栄養分(TDN)が多いので多給すると肥満牛になり受胎しなくなる恐れがある。
- (4) 下痢をする牛が多くなったらサイレージが変敗している恐れがあるので給与を中止する。
 変敗部分を廃棄すれば再度給与できる。
- (5) 硝酸態窒素濃度の高いサイレージ(乾物中:2,000ppm以上)を多給し続けると不受胎、
 流産、突然死等の恐れがあるので注意する。
 高濃度サイレージはふん尿を過剰施用した牧草やトウモロコシ等を収穫(特に若刈り)
 して調製した際に見られることがある。
 高濃度サイレージの恐れがある場合は、予め、硝酸態窒素濃度をチェックすることが望
 ましく(指示薬で簡易に可能)、その結果によっては廃棄するか、或いは他の粗飼料(低
 濃度:わら類など)と組み合わせて、1日の給与量を少なくする。

9 サイレージ品質の見分け方

サイレージは色・香・味・触感によって品質の判定ができる。

- (1) 色 : 一般には淡黄色の場合は品質が良い。暗褐色から濃緑色では不良発酵しており品
 質が良くない。
- (2) 香 : 酸臭、甘酸っぱい良い臭いがする場合には品質が良い。反対に堆肥臭や腐敗臭が
 あり鼻に近づけられない場合は品質が不良である。
- (3) 味 : 酸味を感じ口に入れても問題ない物は品質が良い。反対に苦みを感じ口に入れら
 れそうもない物は品質不良である。
- (4) 触感 : サイレージを強く握って手を開いた時二つにゆっくり割れてくる状態であれば品
 質が良い。バラバラと崩れる物は水分不足であり、水がしたたるような物は水分
 含量が多過ぎる。

表6 現場で見分けるサイレージの品質

区分	等級	色	香	サイレージを手 に触れると	フリーク 評 点	pH	給与	
安全	A	淡黄色 オリーブ色	快い軽い 甘酸	清潔で手を洗い たいと思わない	80点 以上	3.6~3.8	多給しても 良い	
	B	褐黄色	甘酸臭に軽 い鼻をつく 刺激臭	水で洗うと臭い がとれる	60点 以上	3.9~4.2	多給しても 良い	
危険	要注意	C	暗褐色	強い刺激臭	お湯で洗う必要 がある	40点 以上	4.2~4.5	搾乳牛には 要注意 育成用
	不向き	D	暗褐色 濃緑色	アンモニア 臭 腐敗臭	お湯と石鹼で洗 ってやっと臭い がとれる	39点 以下	4.6以上	搾乳牛に給 与中止 育成牛も要 注意

(注) サイレージバイブル(酪農学園出版)より

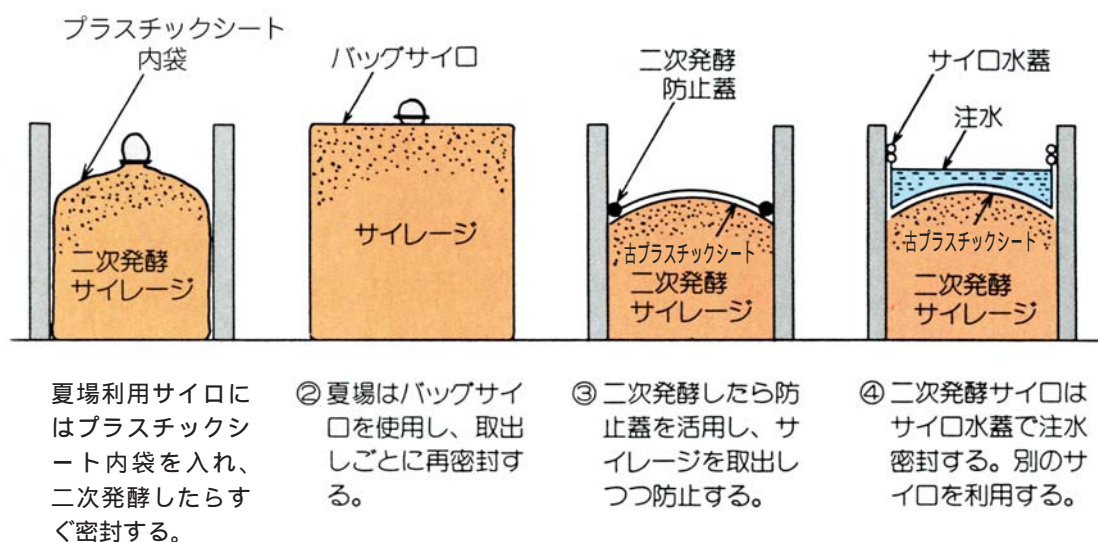
10 二次発酵の防止

二次発酵は気温が高い、詰込み密度が低い、水分含量が低い、1日の取り出し量が少ない等の条件で発生し易い。

特に熱帯地域では気温が高く、詰込み密度が低く、1日の取り出し量が少ない場合が多いと想定されるので、サイロの種類や大きさなどに注意するとともにサイレージ調製の基本を守る。

- (1) サイレージの調製密度を高め、1m³当たり700kg程度にする。
- (2) 原料の水分含有率は65～75%前後にする。
- (3) 1日に取り出すサイレージの厚さが20cm以上になるようサイロの大きさ（間口）を工夫する。

図9 具体的な二次発酵の防止法



(出典) ザ・フォレージQ&A (全農資料)

11 サイロ作業の事故防止

- (1) 地下式サイロでは、有毒ガスが発生し、酸欠状態になっている場合がある。

サイレージ調製作業を一時中止し、半日以上経過後にサイロ内に人が入ってサイレージ原料を追詰めする場合及びサイレージの製品取り出し作業を下方部で行う場合は、サイロの下方部に火のついたローソク（棒の先に固定）を近づけ、火が消えるかどうかを確認する。もし、火がすぐ消えるようであれば酸欠状態の恐れがあり危険なので掃除機でサイロ下方部の空気を排出、あるいは送風機等で空気を送り、換気してから作業を始める。

- (2) 人等の転落を防止するため、はしごを使用し昇降する。また、地下型サイロ等が空になったら周囲に柵を張る。

12 熱帯地域等でのサイレージ調製利用の事例

(1) インドネシア

JICA家畜人工授精プロジェクトでの事例（シンゴサリ）



原料（エレファントグラス）の手刈、草丈2~3m



原料（ギニアグラス）の手刈
生育ステージは出穂期



インドネシア在来のトウモロコシ栽培
堆肥の無施用栽培



堆肥の施用栽培による増産



エンジン付き小型カッタによる原料
（エレファントグラス）の細切



プラスチックバックサイロの踏圧作業



密封作業の完了時



素掘トレンチサイロ詰込（踏圧作業内面にプラスチックシートを張る）



コンクリートのトレンチサイロ（詰込、均平、踏圧）



プラスチックシート被覆作業（椰子の葉を利用して屋根を設置し、直射日光を遮断）

JICA酪農技術改善プロジェクトの事例（バンドン）



コンクリート製バンカーサイロ（二次発酵防止のため間口は狭い）



詰込作業後速やかに密封
容器は再利用可能



密封後、サイロ被覆プラスチックシートのピンホール、鳥害防止等のため、更に色つきシートで覆う



ドラム缶サイロ（ドラム缶は簡単に入手可能で都合の良い場所に設置できる）



簡易な木製飼槽での給与

(2) タイ

タイ国の事例



実取り後のトウモロコシ茎葉を細切するチョッパ



細切牧草を小型プラスチック袋（ゴミ収納用）に入れてサイレージ調製（全国的）



肥料袋を再利用した小型プラスチック袋でのサイレージ調製（中央地域）



廃用プラスチック容器を再利用したサイレージ調製（中央地域）



サイレージ調製に利用されるダンボール容器（トマトペースト用の廃物で内部に薄いプラスチック袋を入れる）



大型プラスチック袋（中央と右端のもの）で細切牧草を入れたサイレージ調製（中央地域）



農家でみかけたコンクリート筒を用いたサイレージ調製（中央地域）



コンクリート容器のバンカーサイロで、細切牧草をサイレージ調製（隣の犬害防止をしている大型プラスチックバッグサイロにも注目）（中央地域）



コンクリート・ブロックを使用したバンカーサイロで、細切牧草をサイレージ調製（中央地域）



コンクリート床に設置されたプラスチック・スタックサイロ（上部を稲わらで覆い直射日光からサイレージを保護）



窪地を利用した素掘バンカーサイロでのサイレージ調製



床面をコンクリート、側面を盛土したサイロ



稲わらのアンモニア処理槽

(3) チリ

JICA小規模酪農生産性改善計画プロジェクトの事例（バルデビア）



スタックサイロ（牧草はペレニアルライグラス、プラスチックシートが敷かれておらず、排汁が地下に浸透し水分調整になっている。床面10～20cm程度にロスができるが全体的には品質良好）



サイレージの取り出し（斧のような刃のついた道具で切り落とす。切口の堅さが維持され二次発酵を防ぐ）



木製飼槽での給与（降雨により飼槽の周囲がぬかるるので対策が必要）



草地での給与（多少のロスができる）



農業試験場の大型バンカーサイロ（気密が保たれれば1年以上は貯蔵可能）



酪農家の大型スタックサイロ（水分含有率80%程度と高いので二次発酵していない）

13 先進的なサイレージ調製利用の事例

(1) 一般的に普及しているサイレージ調製技術

畜産先進国と言われている欧米や日本で一般的に普及しているサイレージ調製はコンクリート作りの垂直型の円形又は角型のタワーサイロ（半地下式か地下式）か水平型のバンカーサイロ、トレンチサイロ、スタックサイロを利用している。

調製技術としてはサイレージの原材料である牧草類やトウモロコシ等をけん引式又は自走式ハーベスタで刈り取る作業、刈り取った原材料を運搬車（ホーレージワゴン、トラック等）でサイロの場所に運搬する作業、運搬されてきた原材料をサイロに詰込・踏圧する作業、最後に密封作業となる。

一般的に普及している事例としてバンカーサイロによるサイレージ調製の事例を示した。

バンカーサイロによるサイレージ調製の事例



トウモロコシの刈り取りと運搬車への積み込み作業



自走式ハーベスタによる牧草の刈り取りと運搬車への積み込み作業



バンカーサイロでのホイールローダによる踏圧作業



屋根つきバンカーサイロの密封・貯蔵状態（重石は古タイヤ）

(2) ロールベールサイレージ調製技術

日本では昭和50年代の後半から急速に農家で普及しているサイレージ調製技術である。牧草等を刈り取り後、60%程度に水分を落としたあとで円筒状のベールに梱包（ロールベールという）し、その後速やかにフィルムで巻いて密封状態にする。

フィルム層は4層～6層程度巻きつけるが、このときに使う機械をロールラッパという。ロールの大きさは直径1m前後、重量は原材料の水分含量によって異なるが350kg前後になる。2ヶ月程度でサイレージが出来上がるが密封の程度が良ければ6ヶ月以上も良質のまま保存できる。

本来、ロールペールサイレージは牧草調製の技術であるが、最近ではトウモロコシのような長大作物を材料とするため、細断しロールペールにしてラッピングするための機械や技術が開発され、省力的なトウモロコシサイレージ利用技術として注目されている。また比較的面積の狭い畑で栽培された牧草、飼料稲や稲わら等をロールペールサイレージにして利用するための比較的小型の機械も開発されている。

牧草を利用したロールペールサイレージ調製の事例を示した。

牧草のロールペールサイレージ調整の事例



ロールペーラで牧草をペールする前に帯状に集められた牧草



ロールペーラで調製された牧草のロールペール



ロールペールのラッピング作業



ラッピングされたロールペール（出来上がり）

付録 稲わら等の尿素処理

熱帯地域では粗飼料が不足している中で、稲わらや麦わらが利用されず放置されている光景がよく見られる。そこでこれら未利用資源を飼料として利用することにより粗飼料不足の改善に寄与するものと考えられるので、その調製方法を紹介する。

稲わらや麦わらは繊維が多く硬いため消化性や嗜好性が低い。栄養価では蛋白質や脂肪が少ない等の飼料特性を有する。こうしたわら類を尿素処理（アンモニア処理）することにより、生わらの状態で長期保存でき、消化率や嗜好性が高まり、栄養価（窒素含量の上昇）も向上する。さらにカビの発生防止や殺虫効果があり、肝てつ病の予防になるとも言われている。

稲わらの尿素処理による品質改善

（単位：現物％）

調査飼料	成分					
	有機物	粗蛋白質	総繊維	高消化性繊維分	pH	乳酸
無処理わら	82.4	3.1	57.6	5.2		
尿素2.3%処理	80.3	10.8	60.0	13.6	7.87	0.49
牧草サイレージ	78.1	3.9	63.6	6.5	4.38	1.04

（出典）東北農業研究センター近藤恒夫氏

（1）処理の基本

処理原料：稲わら、麦わらはその年に生産された新鮮な物を使用する。

処理後の水分：尿素液添加後40～60％に水分調整する。

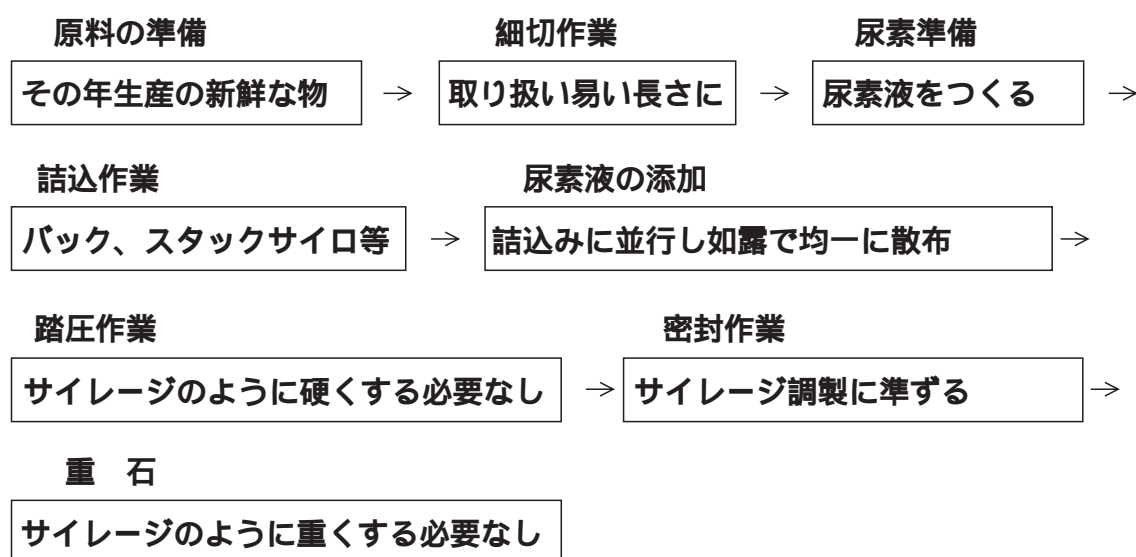
尿素添加量：サイレージ原料の現物重量当たり2～3％。

貯蔵方法：プラスチックバック、スタックサイロ等。

処理密封期間：20日間程度

尿素分解の確認：アンモニア臭があり、原料が黄色に変化する。

(2) 処理手順



(3) 処理技術

原料はその年に生産された新鮮な物を使用する。

原料は給与する際、容易に取り扱える程度の長さに切る。

尿素液の調整

ア 水分含量30%の稲わらを1トン使用の場合。

イ 尿素を約20kg準備する。(原料の2~3%)

ウ 調整する水を準備する。(原料の水分含有率50%に調整するための)

(ア) $1,000\text{kg} \times 70 / 100$ (稲水分率) = 700kg (稲わら乾物重量)

(イ) 700kgの乾物重を水分率50%にするためには700kgの水が必要。

(ウ) 1,000kgの稲わらには300kgの水がふくまれているので不足の水400kg (700-300kg) を準備する。

エ 準備した400kgの水の中から20kgの尿素を溶かすための適量の水を取り数十度ぐらいまで沸かす。(尿素は水に溶け難いため)

オ 上記エのお湯に20kgの尿素を溶かす。

カ 上記オの尿素水を元の水に返し約400kgの尿素添加液を完成させる。

尿素添加液を如露等で原料に均一散布しながらサイロに詰め込む。

なお、稲わら等原料の水分含有率が高い場合(40~50%)には、尿素液添加液の濃度を高めて添加量を少なくし、噴霧器等で均一に添加する。

サイレージのように重石は必要ないが熱帯地域では直射日光を遮断する目的で上面に土をかける手法をすすめる。

その他はサイレージ調製に準ずる。



プラスチックバックを利用した“アンモニア処理稲わら”の貯蔵状況

(4) 給与

熱帯地域では密封後、約20日程度で開封し利用できる。

サイロから取り出し直後は、アンモニア臭があるので給与する量だけ取り出し1～2日放置し、臭いが少なくなってから給与する。

給与は尿素処理稲わら単品で給与するより、乾草やサイレージと合わせて給与することが望ましい。

参考資料

- ・サイレージバイブル酪農学園昭和61年25日発行
- ・飼料作物のすべて（栽培と調製の新情報）デーリィマン社昭和61年10月1日発行
- ・コンサルタント・ハンドブック（畜産編）全国農業構造改善協会昭和44年3月25日発行
- ・サイロの種類と特質高野信雄（昭和43年4月10日）
- ・農場副産物の飼料化技術と利用評価東北農業研究センター 近藤恒夫